



# Solutions d'aide à la décision

SOUTENU PAR

EN PARTENARIAT AVEC





## Nicolas BRESSAT

Responsable BU Industrie & marketing groupe

[nicolas.bressat@vibratec.fr](mailto:nicolas.bressat@vibratec.fr)

Tel : +33 (0)4.72.86.65.97

Mob: +33 (0)6.60.06.65.84

[LinkedIn](#)

# Qui sommes nous ?



*PME indépendante*

*Création 1986*

*CA 9,2 M€*

*95 personnes*

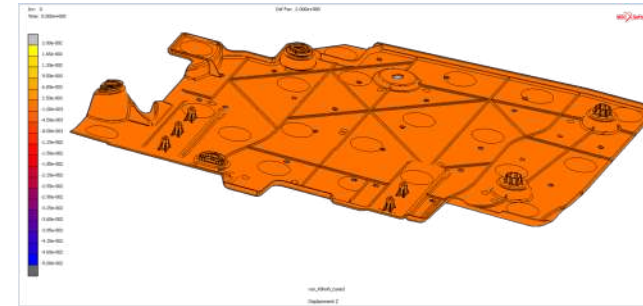
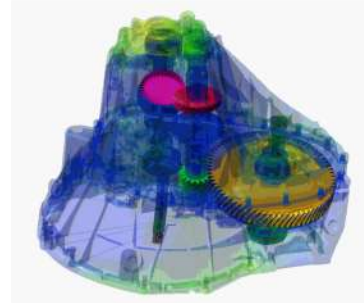
*11 docteurs*

*48 ingénieurs*

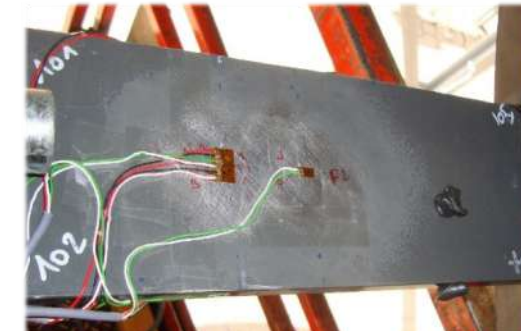
*19 techniciens*



Un savoir-faire en  
instrumentation, analyse et simulation



Dans les domaines de la vibration, l'acoustique et la fatigue/fiabilité





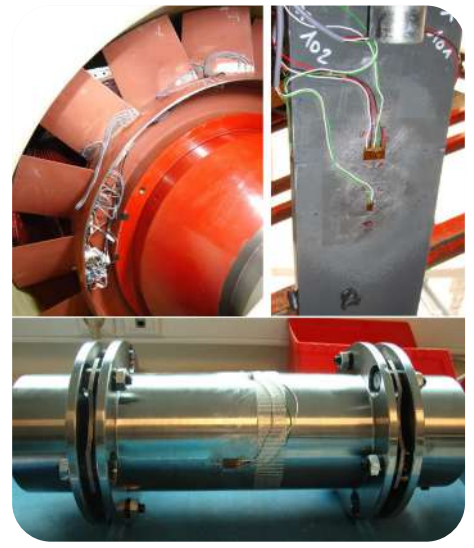




**Acoustique**  
Pression  
Puissance  
Identification de sources



**Vibration**  
Modale (AME)  
Opérationnelle (DOF)

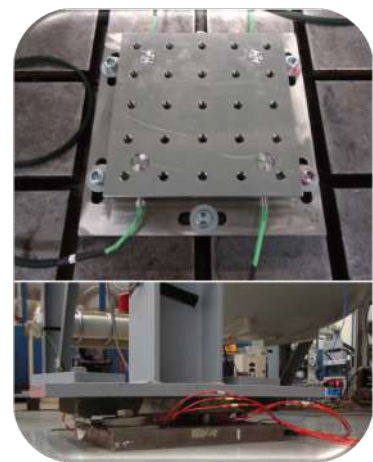


**Déformation**  
Flexion  
Torsion  
Couple  
Effort  
Déplacement

**Vitesse**  
Couple  
Variation angulaire  
Fluctuation angulaire  
Vitesse



**Effort dynamique**  
Torseur d'effort

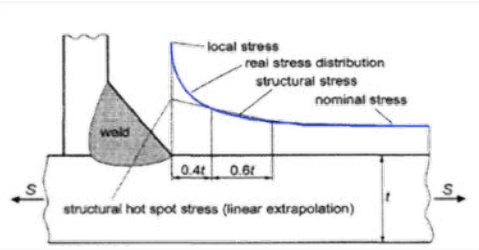
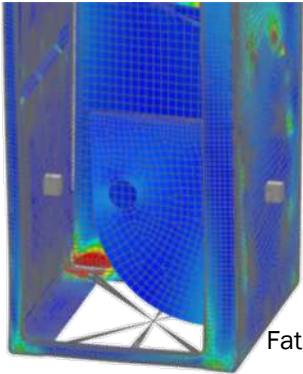




# Simulation et analyse multi-physique



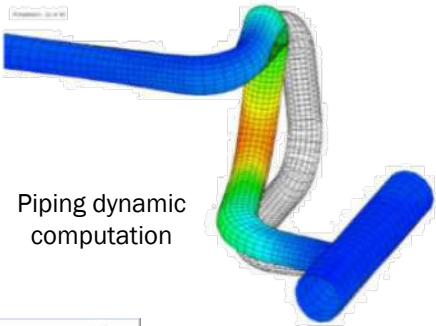
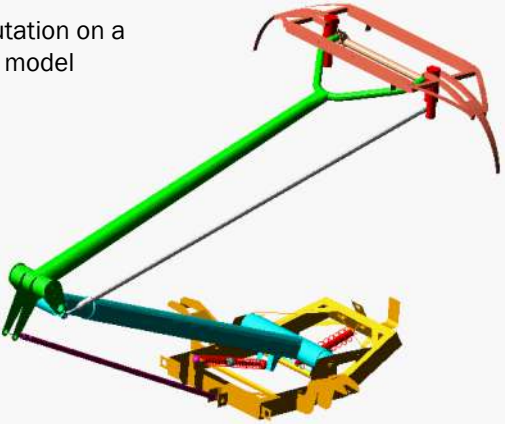
Dynamic computation on a kinematics model



Fatigue analysis from simulated or measured data

Last\_Run Time= 2.9970 Frame=2000

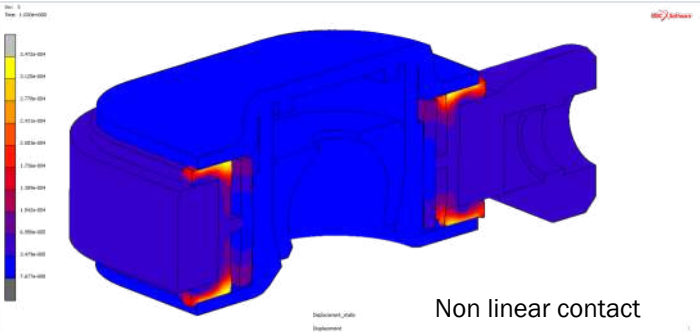
Dynamic computation on a kinematics model



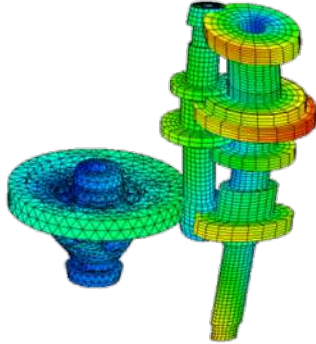
Piping dynamic computation



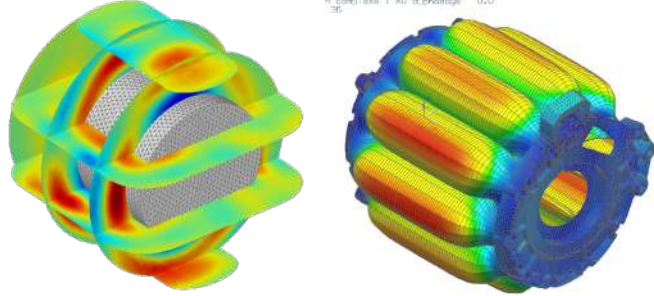
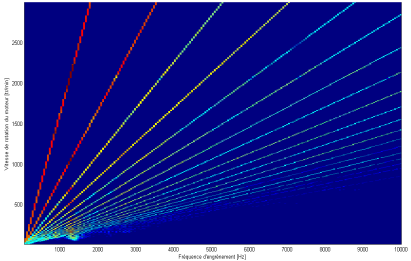
Torsion & lateral analysis



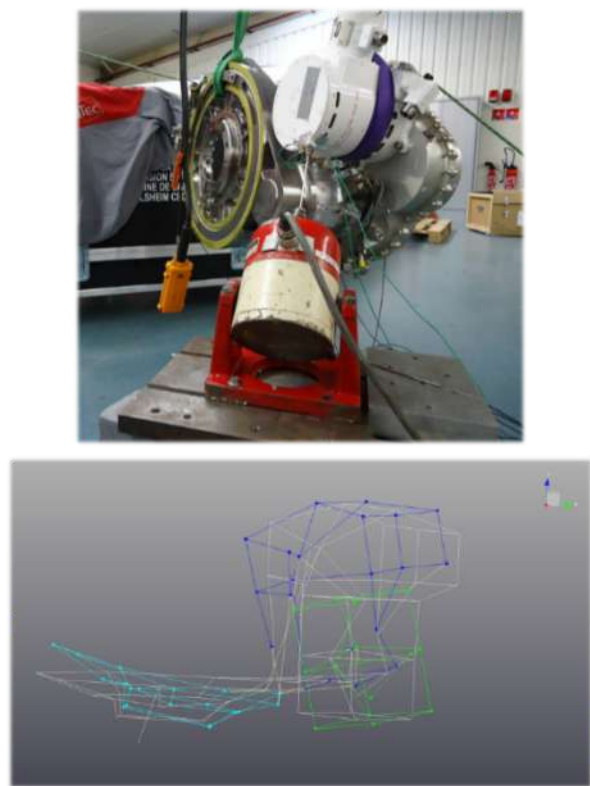
Non linear contact



Gear system computation



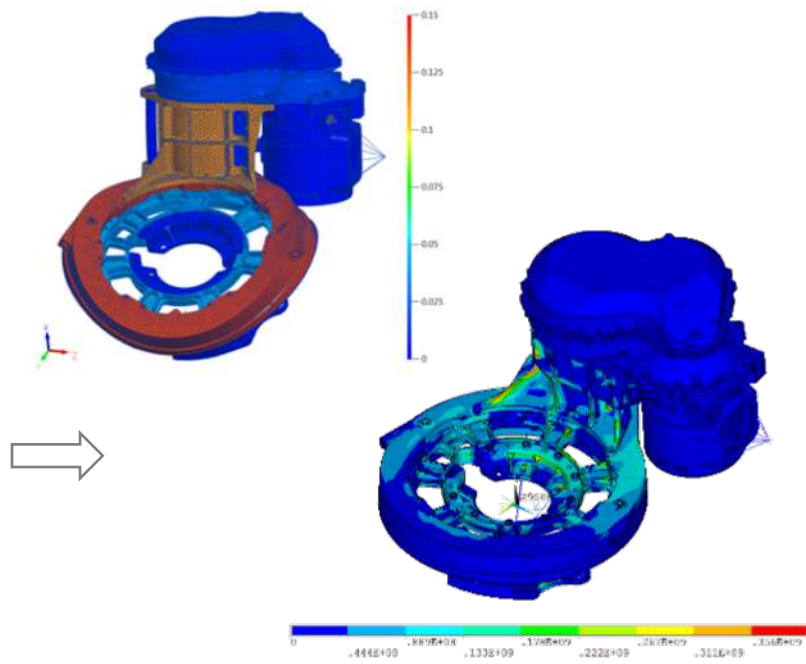
Noise from electro magnetic effect



Mesures  
expérimentales



Corrélation de géométrie  
Corrélation des déformées modales  
Analyse de sensibilité

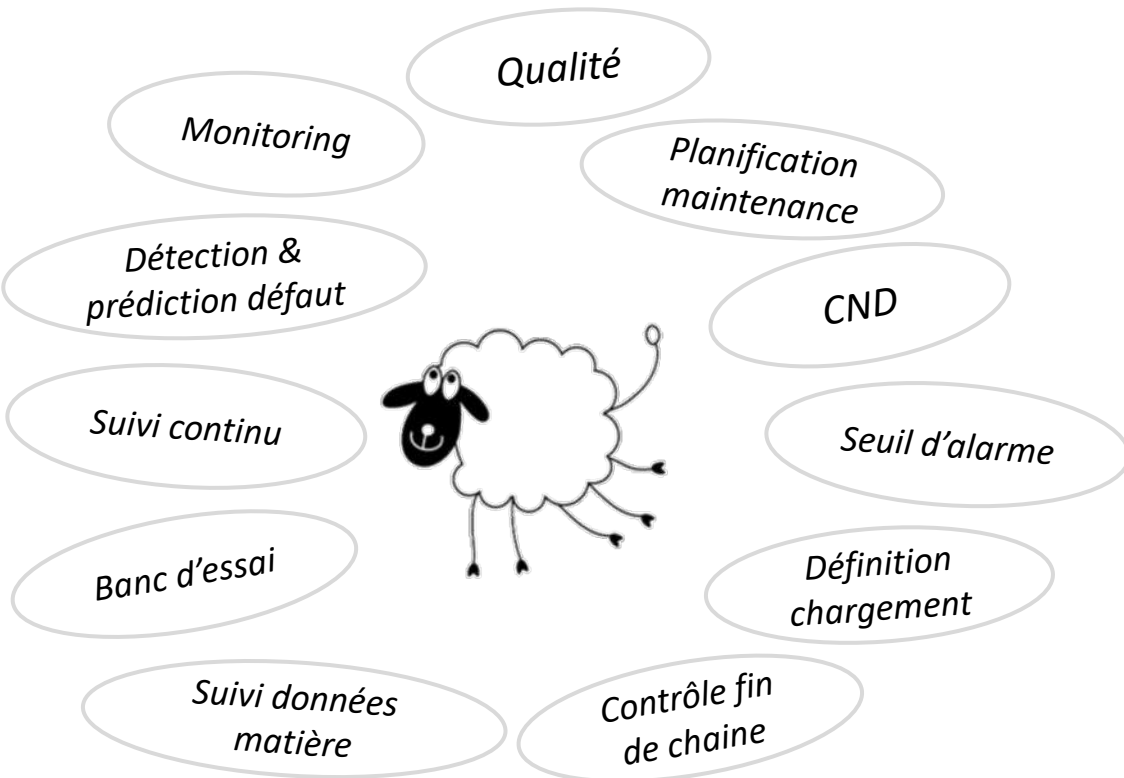


Recalage du modèle de calcul  
Modèle représentatif

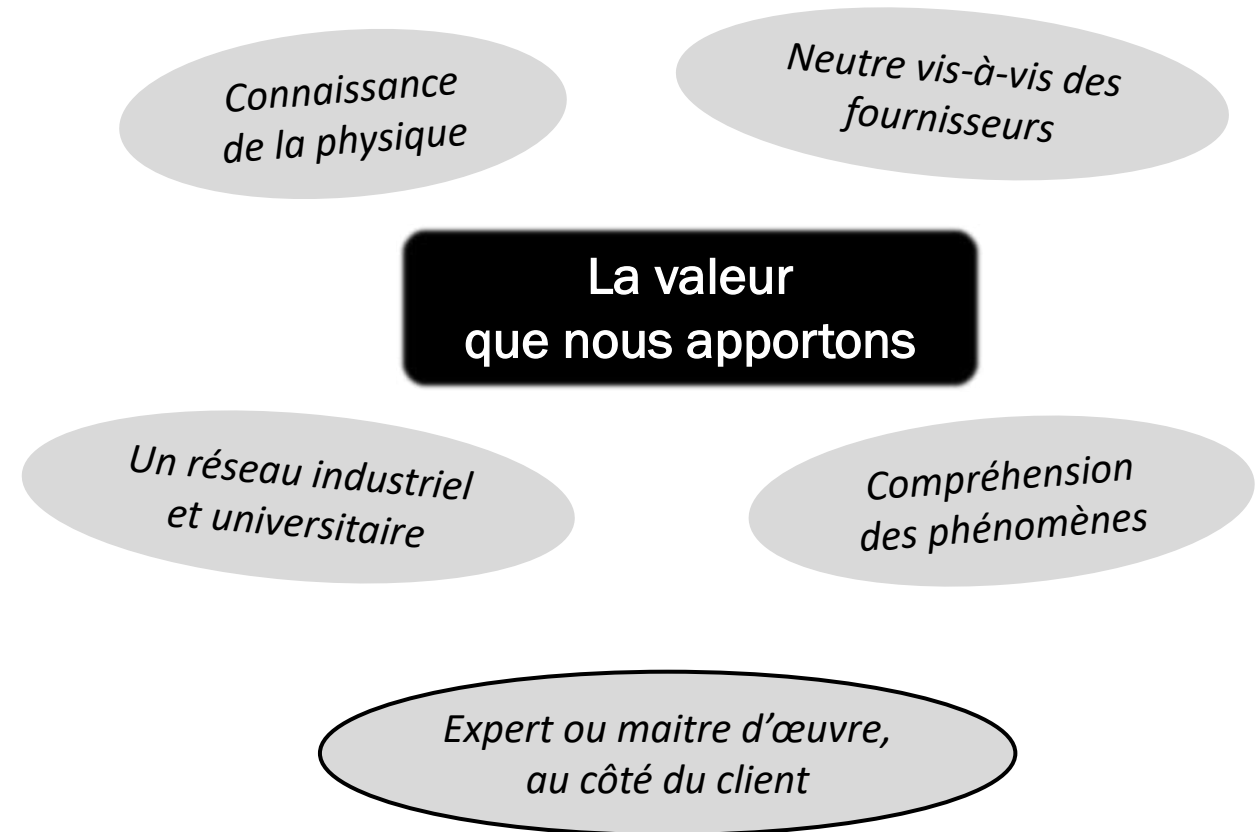


## Des solutions sur mesure d'aide à la décision

### Les besoins



### La valeur que nous apportons





## Contexte :

- HYDROQUEST est une startup grenobloise qui développe des solutions innovantes pour fournir de l'énergie renouvelable à partir de puissants courants naturels
- CMN est spécialiste de la construction navale

HYDROQUEST & CMN se sont associés pour un projet d'implantation d'un démonstrateur d'hydrolienne marine durant 1 an sur un site d'essai au large de Paimpol.

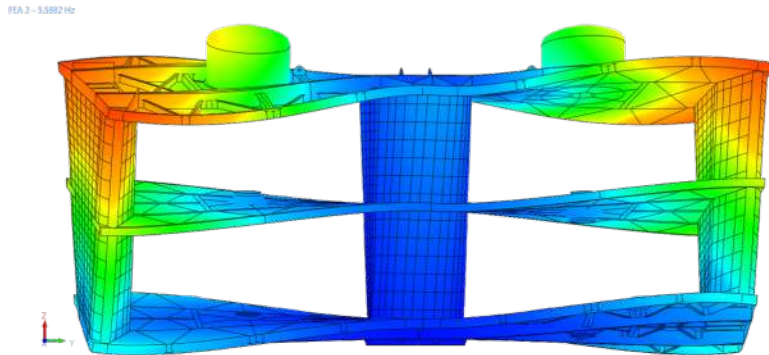
## Problématique :

Le consortium souhaite profiter de ce démonstrateur pour récolter des informations de comportement vibratoire, choc, fatigue et chargement. Eléments utiles pour la conception des prochaines générations.

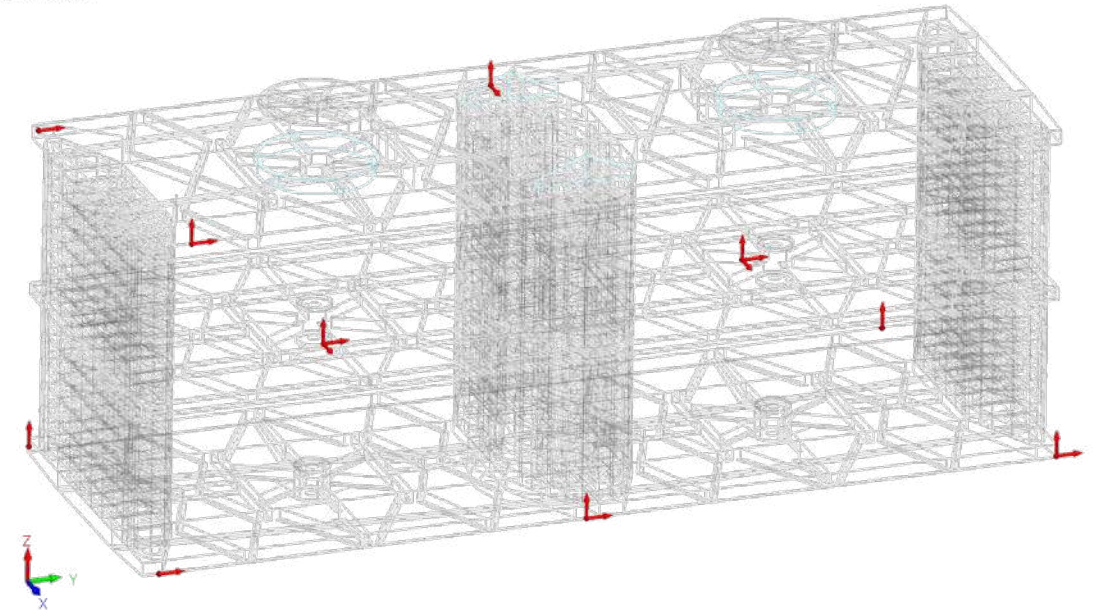


## Etape 1 : Définition des grandeurs physiques d'intérêt numériquement

- Echanges avec le client à propos des chargements et sollicitations (houle, marées, courant, impact météo etc.)
- Réutilisation du modèle numérique du client
- Etude de l'impact des chargements d'un point de vue dynamique et mécanique
- Réunions & Brainstorming

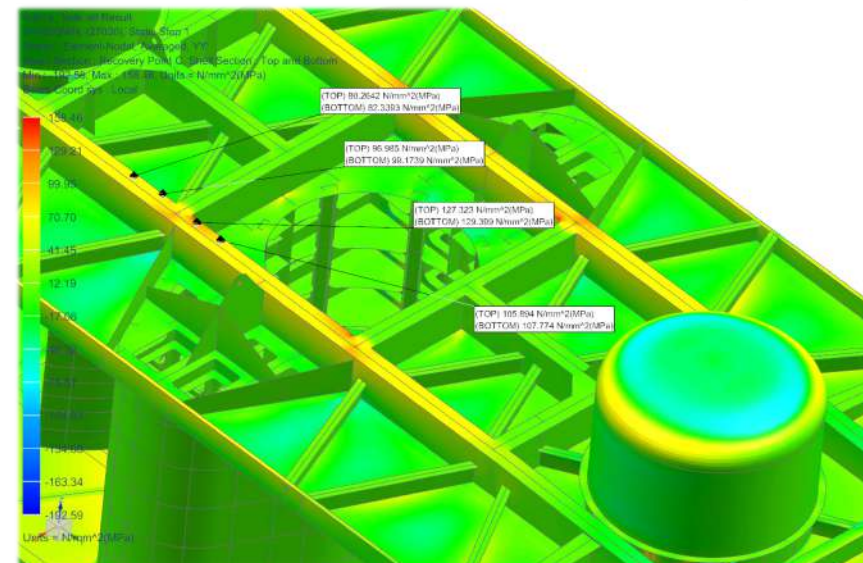
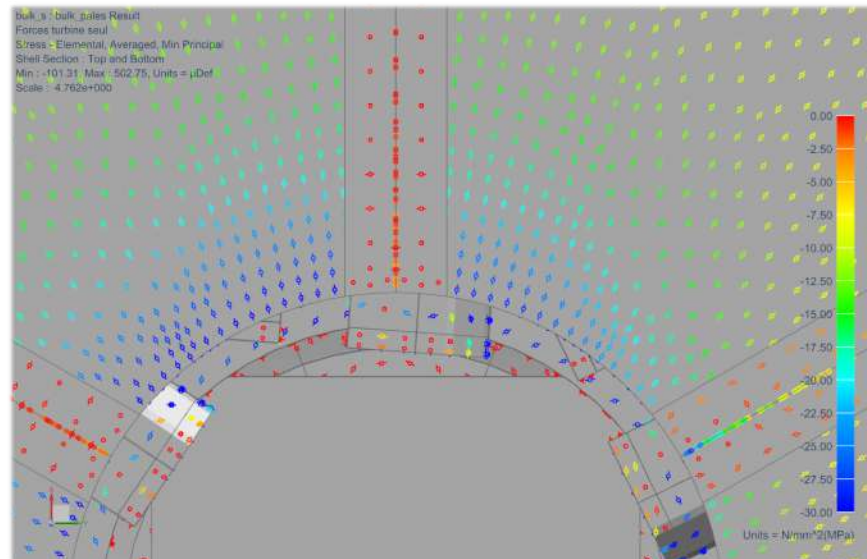
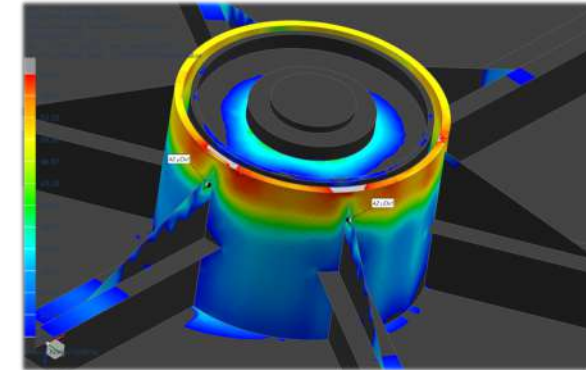


Element Set 20300



## Etape 2 : Définition des emplacements de capteurs numériquement

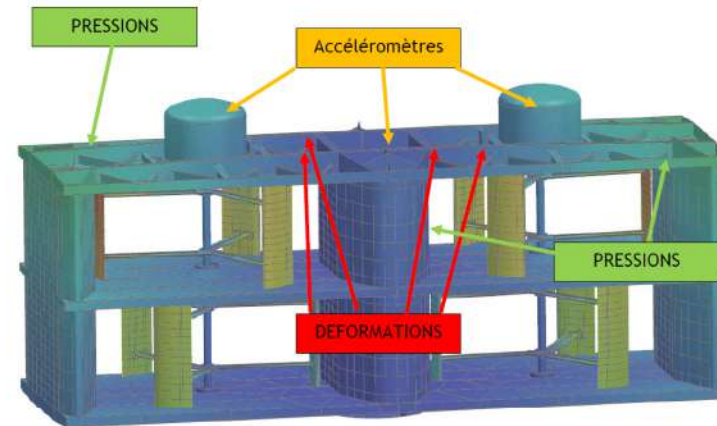
- Réutilisation du modèle numérique du client pour définir les localisations optimales
- Prise en compte des différents cas de chargements (combinaisons des sollicitations)
- Minimisation du nombre de point de mesure
- Réunions & Brainstorming



## Etape 3 : Recherche du matériel adapté compte tenu des contraintes environnementales

L'instrumentation retenue hydrolienne :

- 6 capteurs de pression
- 4 jauges de déformation
- 11 sondes de température
- 8 accéléromètres mono-axes



L'instrumentation retenue fondation :

- 12 jauges de déformation
- 3 sondes de température

Les contraintes principales :

- Zones immergées
- Pression (40 m de fond)
- Environnement salin
- CEM

Technologie proposée : capteurs optiques (accéléromètres et jauges) sur réseau de BRAGG

Intérêt : ne pas démultiplier les câblages et connexions

Transmission des données : système intégrable au système prévu par le client pour rapatrier ses données



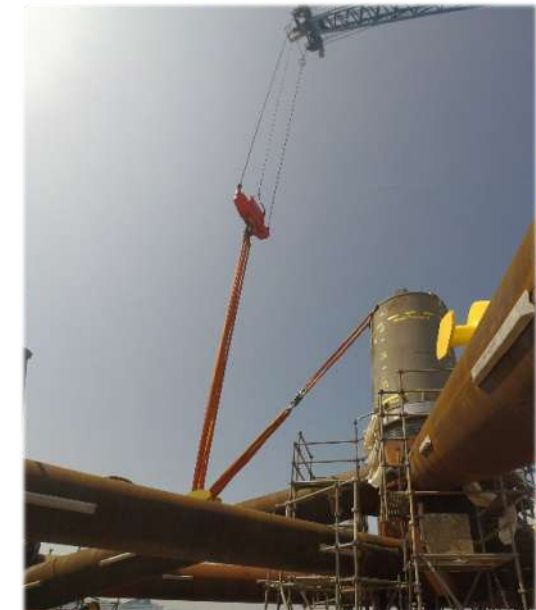
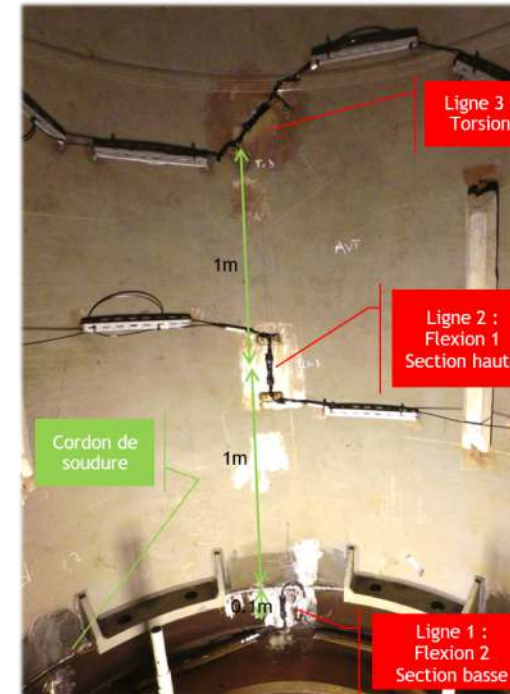
## Etape 4 : Sourcing, sélection et pilotage des fournisseurs adaptés

- Recherche des fournisseurs de matériel
- Validation technique des propositions
- Prise en compte des contraintes économiques et des délais du client
- Sélection et contractualisation
- Pilotage et suivi du fournisseur
- Réunions & Brainstorming triparties



## Etape 5 : Installation et validation de l'instrumentation

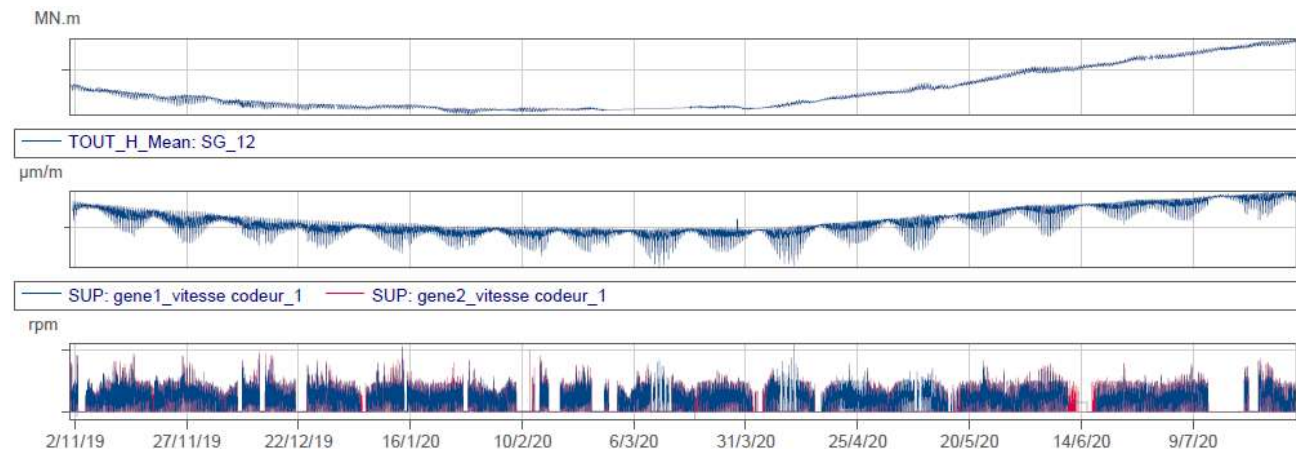
- Installation et protection capteurs (Vibrattec + Scaime)
- Paramétrage de la centrale d'acquisition
- Validation de l'état des voies en fin d'installation
- Essais de validation (dynamique et mécanique) :
  - Fonction de réponse en fréquence
  - Mesure en opération (rotation des génératrices)
  - Mise en contrainte de l'hydrolienne avec des vérins hydrauliques
  - Calibrage en effort des ponts de flexion sur la fondation



## Etape 6 : Analyse périodique des données

- Les données de mesure enregistrées sur la centrale d'acquisition embarquée
- Accès à distance sur la centrale d'acquisition
- Les données sont recherchées depuis le serveur vers la centrale périodiquement (HYDROQUEST)
- Analyse des données et rapports périodiques :
  - Etat des capteurs, des voies de mesures et de la centrale d'acquisition
  - Vue globale journalière sur l'année,
  - Evolution des grandeurs dans le temps : pression, température, déformation, accélération
  - Corrélation avec les évènements météorologiques ou les marées sur une année complète (4 saisons)
  - Evolution du comportement global de la structure et de ses chargements

Prévue pour 1 année  
sous la mer elle en a  
passé 2





## Etape 7 : REX de l'instrumentation à la sortie de l'eau

- Contrôle de l'instrumentation
- Nouvelle réalisation du calibrage de la fondation
- Envoi des centrales d'acquisition au fournisseur





## Contexte :

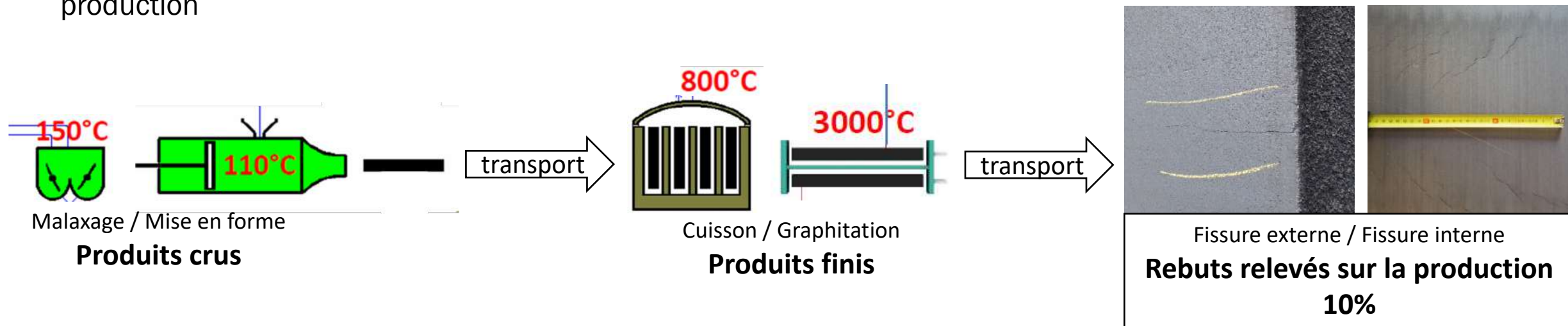
TOKAI COBEX (anciennement CARBONE SAVOIE) fabrique des pièces en carbone ou en graphite. Le processus de fabrication est composé de broyage, tamisage, malaxage, mise en forme, cuisson et graphitisation.

## Problématique :

TOKAI COBEX constate des défauts dans sa production après les dernières étapes de fabrication.

## Objectif :

Disposer d'un moyen de contrôle non destructif, simple et rapide à mettre en œuvre par un opérateur en production

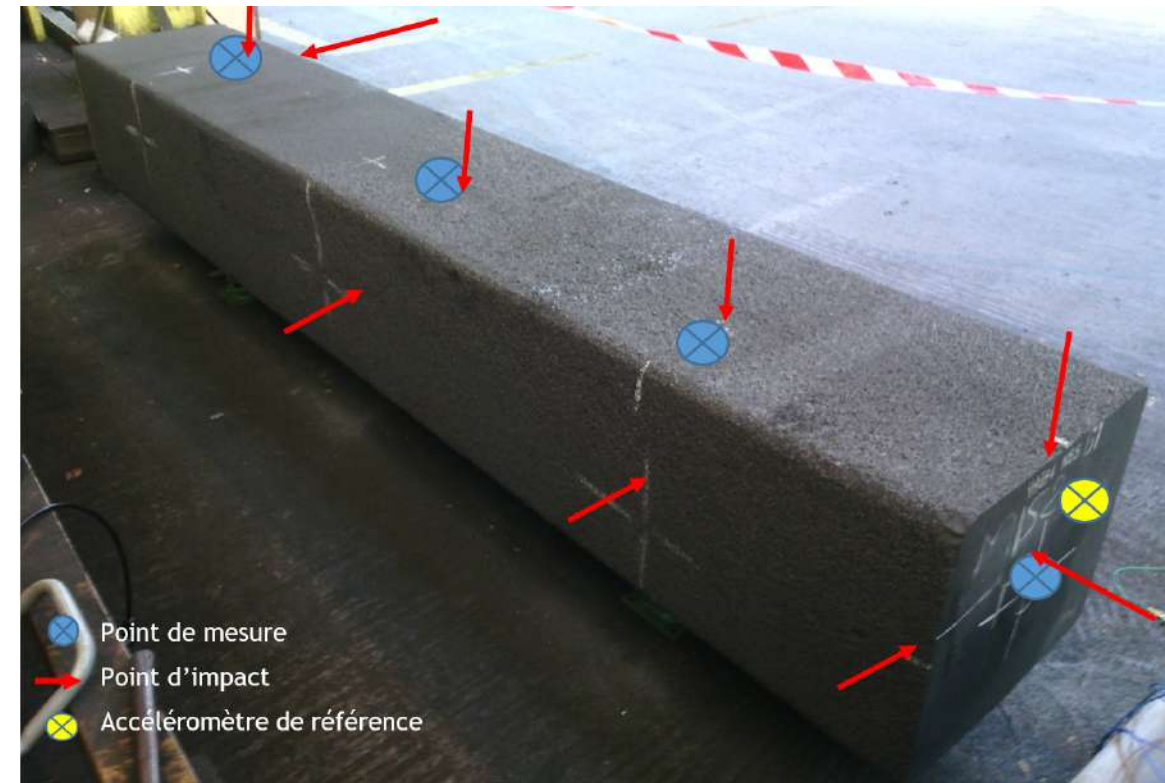




## Etape 1 : Mesures expérimentales sur pièces

- Campagne expérimentale sur des blocs :
  - jugés bons,
  - visuellement défectueux
  - jugés défectueux avec la méthode de contrôle actuelle
- Réalisation de mesures vibratoires et acoustiques
- Post traitement et analyse des signaux

Approche preuve de concept

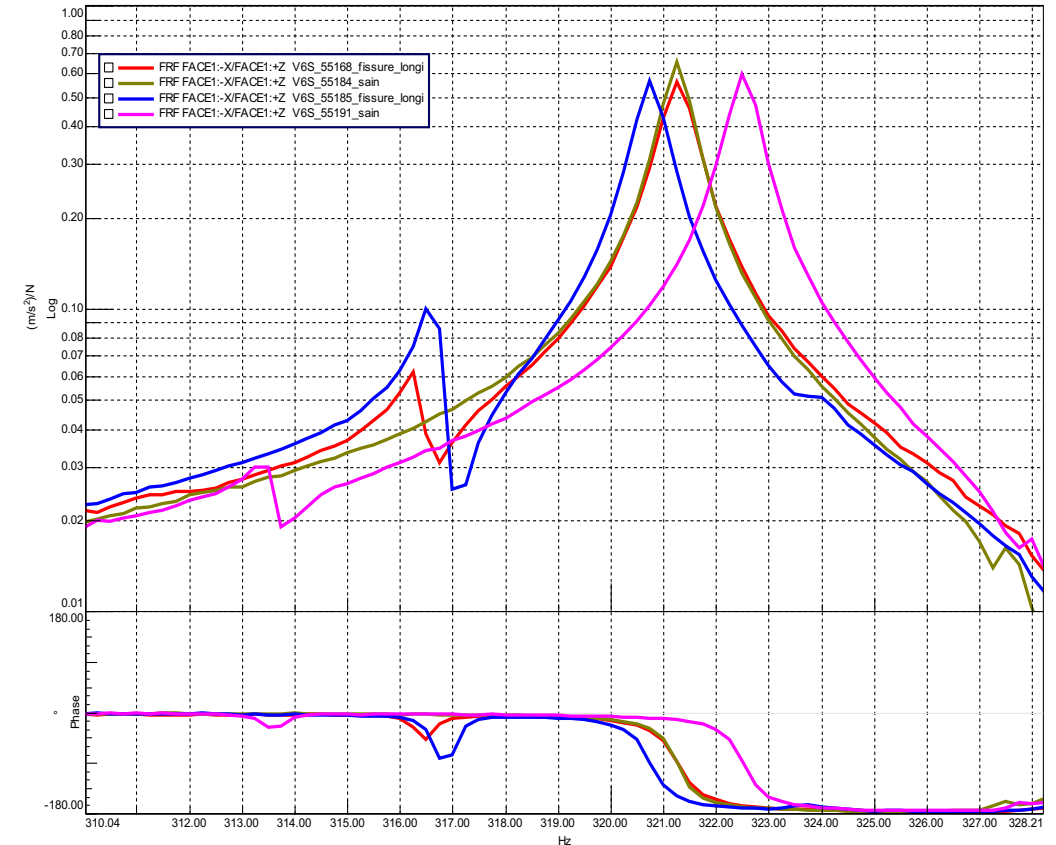


## Etape 2 : Définition d'un protocole de mesure et de post traitement pour détecter les pièces bonnes des mauvaises

- Simplification du mode opératoire expérimental :
  - un seul accéléromètre
  - 3 points d'impact
- Analyse des Fonctions de Réponse en Fréquence

### Problématique :

La production comporte une très large gamme de produits : section, longueur et forme différentes.



## Etape 3 : Application à une population large et variée

- Application de la méthode sur des familles de produits différentes :
  - longueur,
  - section,
  - forme,
  - granulométrie,
  - nuance matière,
  - type de four...
- Test de la méthode d'analyse
- Destruction de bloc par le client pour valider le statut des blocs « jugés bons » et « jugés mauvais »

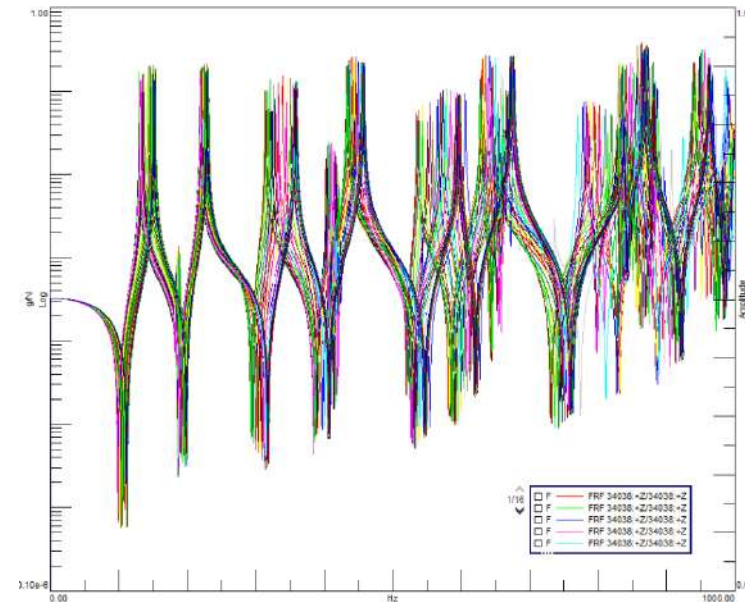
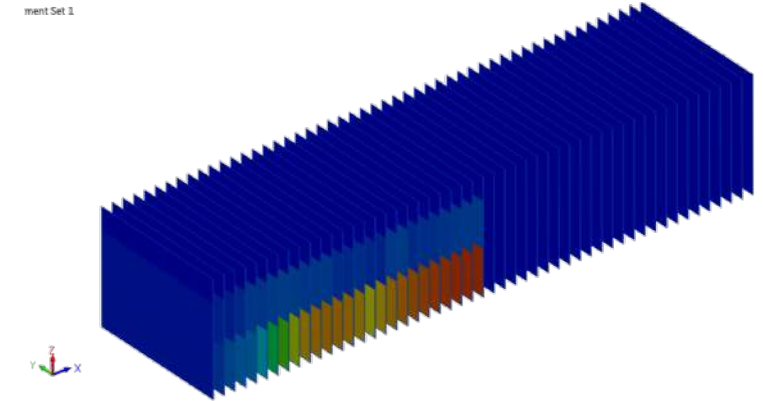
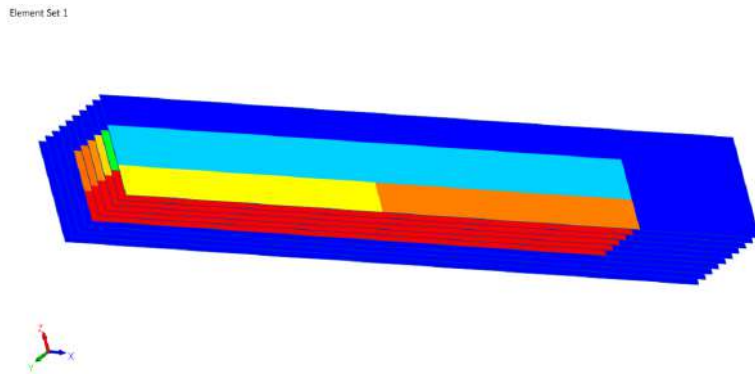


### Problématique :

Plusieurs types de défauts : fissures, réseau de fissures, porosité...

## Etape 4 : Définition des limites de la méthode numériquement

- Construction de modèles numériques
- Recalage des modèles avec les mesures expérimentales
- Génération automatique d'une multitude de défauts en longitudinal ou transversal dans tout le bloc
- Analyse de la détectabilité
- Capacité de détection limitée aux fissures >10 cm





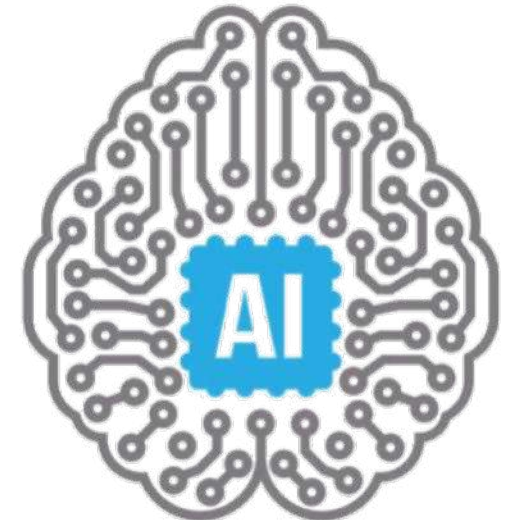
## Etape 5 : Définition des critères de tri sur tout type de bloc

**1<sup>ère</sup> méthode utilisée** : objectif définir un critère différenciant

- Sur la base des premières données expérimentales et des premières découpes de pièces
- Algorithme d'arbre décisionnel « two class boosted decision tree » permettant de créer une première délimitation entre les pièces conformes et défectueuses.
- Cette approche a permis de définir des critères pertinents mettant en avant la différence entre les produits conformes et défectueux.

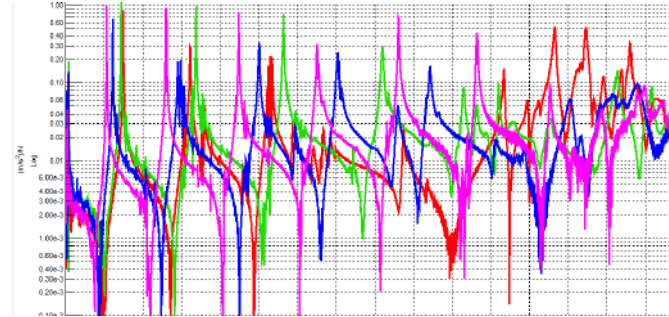
**2<sup>ème</sup> méthode utilisée** : trier toute la gamme de produits

- Création d'une fonction qui génère sur la base de 5 paramètres d'entrée (longueur, largeur, hauteur, module de Young et coefficient de Poisson) la position des premiers modes propres.
- Publication : « machine teaching to optimize algorithms performances on restricted dataset »



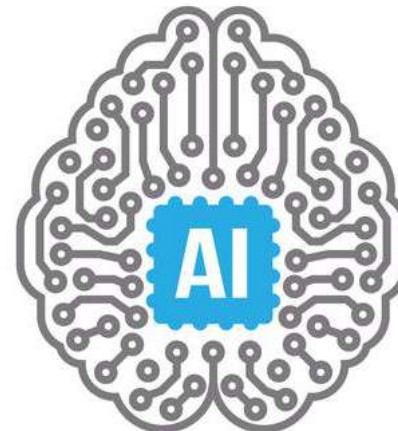
## Etape 6 : Développement d'un programme de tri automatisé

- Interface personnalisée sous Labview
- Champ à remplir par l'opérateur :
  - Numéro du bloc
  - Type de section (rectangulaire, carrée ou ronde)
  - Longueur
  - Largeur, hauteur ou diamètre
- Information donnée par le programme
  - Valeur du module de Young
  - Valeur du critère de tri



+

=



## Etape 7 : Conception d'un outil portable tout en un

- Un accéléromètre tri-axe PCB
  - Un marteau d'impact PCB
  - Châssis National Instrument
  - Module analogique National Instrument
  - Tablette durcie
  - Intégration dans une valise transportable
- 
- Matériel aujourd'hui en production
  - Utilisation sur l'ensemble des blocs produits
  - $\approx 85\%$  de taux de réussite
  - Campagne de découpage pour état exact des blocs depuis 6 mois
  - Une étude en cours pour affiner le critère de tri et augmenter le taux de réussite du tri



Merci de votre attention